

벼 除草劑와 分蘖肥 混合藥劑의 開發

朴良昊 · 李秉武 · 朴承舜 · 李仁龍 · 金永九 · 朴英善

Development of Mixed Pesticides Containing Herbicide and Topdressing Fertilizer for Paddy Rice

Yang-Ho Park, Byung-Moo Lee, Seung-Soon Park, In-Yong Lee,
Young-Koo Kim and Young-Sun Park

Abstract

To develop mixed pesticides of herbicide and topdressing fertilizer for paddy rice, twelve mixtures were formulated with combination of urea coated with different level of acrylic acid wax (AAW) and four herbicides, which were thiobencarb, pretilachlor, mefenacet + bensulfuron-methyl and mefenacet + bensulfuron-methyl + dymron, and effects of the mixtures for weed control, phytotoxicity and rice tillering were investigated in the laboratory and the field experiments.

Release rates of active ingredient of herbicides in the distilled water were over 90% during 24 hours same as that of the reference herbicides. The release rates of nitrogen showed different patterns according to coated level of granular urea with acrylic acid wax. Optimum release rate of nitrogen as $\text{NH}_4\text{-N}$ was obtained by 5.5% AAW coating on urea for thiobencarb or pretilachlor mixture, and by 4.0% AAW coating on urea for mefenacet + bensulfuron-methyl or mefenacet + bensulfuron-methyl + dymron mixture.

The pesticide active ingredients of the mixtures were stable, which showed 3.7~8.0% of degradation rate after 90 days of storage under 50°C.

Effects on weed control of mixtures were acceptable for both annual and perennial weeds, while ACRI-M9213 mixture showed considerable phytotoxicity at double dose of standard. When treated the mixed pesticides to paddy rice, rice growth status including culm length, ear length, panicle number and polished rice yield exhibited no significant differences compared with the conventional treatment.

緒 言

最近 國內에 實用化되고 있는 농약중 混合劑品目の 占有率은 33% 정도이다¹⁾. 適用對象 病害蟲 및 雜草의 擴大, 抵抗性發現 抑制, 농약사용량 減縮과 藥效增進을 목적으로 하는 혼합제농약의 품목이 늘어나고 있는 실정이다^{1,2,3)}.

作用機作이나 防除對象이 서로 다른 농약간의 混合效果는 작물에 약해가 발생되지 않을 경우 單劑處理의 혼용에 의하여 어느 정도 달성할 수 있다. 그러나 작물에 營養分을 공급하게 하는 肥料와의 혼용은 실제 사용면에서 均一한 混用이 불가능한 실정이고, 또한 農藥主成分 및 副成分과 肥料成分間의 相互作用에 의해 약해가 일어날 우려가 높다.

농약의 撒布時期와 비료의 施用時期가 비슷한 경우에는 농약과 비료를 混合劑化함으로써 撒布勞力을 줄일 수 있고, 機械化가 가능할 수 있으며 勞動力 不足을 해결할 수 있는 省力化가 가능하다.

일본에서의 農藥·肥料 混合劑 개발연구는 상당히 긴 역사를 가지고 있다^{4,5,6)}. 1960년 부터 殺蟲劑와 肥料를 혼합한 알드린, 헵타크로드, IPSP, 에카진, VC, CVP 및 NAC 등 7종과 제초제와 비료를 혼합한 PCP, NIP, 에키나치아손 및 테트라피온 등 4종의 혼합제가 개발보급되어 왔다^{4,7)}. 그러나 이들 혼합제들은 그동안 농업기술의 발전과 재배작물이나 栽培樣式의 變化 또는 새로운 약제의 출현 등 여러가지 이유에서 품목이 폐기되고 근래에는 새로운 농약·비료 혼합제들이 개발보급되고 있다^{6,8,9)}.

살충제 피리다펜치온(pyridaphenthion)과 칼타(cartap), 살균제 이소프로치올란(isoprothiolane)과 성장조정제 유니코나졸 P(uniconazole - P)가 개발되어 총 4종 16품목의 농약·비료 혼합제가 등록되어 있다^{1,6,10)}. 또한 현재 개발연구중에 있는 약제로는 잔디밭의 잡초방제와 비료용 혼합제가 유크리스, 하오토프 및 M-코트 라는 상표명으로 시판예정이고 倒伏輕減劑에 化學肥料를 결합한 IBP 41과 IBP 42가 개발 시판계획중에 있는 것으로 알려져 있다^{6, 10,11,12)}.

또 유럽이나 미국에서도 주로 잔디밭의 이끼나 藻類를 방제대상으로 하는 농약·비료 혼합제가 개발보급중에 있다¹³⁾.

본 연구에서는 이양후 5일경에 살포하는 初期除草劑 및 이양후 10일경에 살포하는 中期除草劑와 이양후 15일경에 살포하는 1차 追肥(分藥肥)용 요소를 동시에 살포할 수 있는 혼합제 농약을 개발하고자 실시하였던 시험결과를 보고코져 한다.

材料 및 方法

1. 供試材料

除草劑·肥料 混용 藥劑의 제조에 사용된 약제는 표 1에서와 같으며 除草劑 thiobencarb, pretilachlor, mefenacet, bensulfuron-methyl, dymron 5종과 分藥肥用 尿素(粒子尿素), 界面活性劑, 補助劑 및 被覆劑를 供試材料로 사용하였다.

Table 1. Common and chemical name of herbicides used.

Common name	Chemical name
Thiobencarb	S-4-Chlorobenzyl diethylthiocarbamate
Pretilachlor	2-Chloro-2', 6'-diethyl-N-(2-propoxyethyl)acetanilide
Mefenacet	2-(1,3-Benzothiazol-2-yloxy)-N-methylacetanilide
Bensulfuron-methyl	Methyl 2-((((((4,6-dimethoxy-pyrimidin-2-yl)amino)carbonyl)amino)sulfonyl)methyl)benzoate
Dymron	1-(α , α -Dimethyl benzyl)-3-P-tolyl urea

Table 2. Coating rates of granular urea with acrylic acid wax.

Active ingredient	Mixtures	Coating rate(%)	Target
Thiobencarb + Urea	ACRI-M9206 GR	4.5	Annual weeds
	ACRI-M9207 GR	5.0	〃
	ACRI-M9208 GR	5.5	〃
Pretilachlor + Urea	ACRI-M9209 GR	4.5	〃
	ACRI-M9210 GR	5.0	〃
	ACRI-M9211 GR	5.5	〃
Mefenacet + Bensulfuron-M + Urea	ACRI-M9212 GR	3.0	Annual and
	ACRI-M9213 GR	4.0	Perennial weeds
	ACRI-M9214 GR	5.0	〃
Mefenacet + Bensulfuron-M + Dymron + Urea	ACRI-M9215 GR	3.0	〃
	ACRI-M9216 GR	4.0	〃
	ACRI-M9217 GR	5.0	〃

2. 試製品 製造

試製品の製造는 표 2에서와 같이 12조합으로 제조하였으며 製造過程은 먼저 粒子尿素를 高分子 合成收支(acrylic acid wax)로 被覆하였고 被覆尿素表面에 除草劑를 再被覆하였다. 따라서 농약·비료 혼합제중 初期處理劑는 이양후 5일경에 中期處理劑는 이양후 10일경에 처리하므로써 제초제의 효과는 既存藥劑와 동등하게 하고 分藥肥만 이양후 15일경에 사용하는 것과 같은 효과가 있도록 질소방출을 조절하기 위하여 요소를 3수준으로 피복하였으며 초기처리제는 비료무게의 4.5, 5.0, 5.5%로 피복하였고, 중기처리제는 3.0, 4.0, 5.0%로 피복하였다.

3. 試驗方法

시제품의 農藥成分과 窒素溶出量을 조사하기 위하여 500ml 삼각프라스크에 시제품 20g을 평량하고 증류수 400ml를 가하여 상온에 방치하면서 경시적으로 15ml씩 채취하여 農藥成分과 窒素溶出量을 조사하였다.

또한 토양중 질소함량의 변화를 조사하기 위하여 a/5000 pot에 토양 3.5kg을 충전한 다음 灌水處理

하고 요소로서 0.5g의 시제품을 처리하여 經時的으로 토양중 암모니아태 질소의 함량변화를 조사하였다. 질소분석중 總窒素는 Kjeldahl 蒸溜法으로 하였고 암모니아태 질소는 indo phenol blue 법으로 분석하였다.

4. 農藥 安全性 調査

시제품의 안전성 조사는 20ml 硝子앰플에 시제품을 10g씩 秤量하여 완전히 密封한 후 50°C 항온기에 보관하면서 15, 30, 60 및 90일 후에 主成分을 分析하였다. 分析方法은 農藥의 檢査方法에 準하여 Gas chromatography 및 Liquid chromatography로 분석하였으며 分析條件은 표 3에서와 같다.

5. 圃場效果 檢定

시제품의 藥效檢定은 화성벼를 6월 5일에 이양하고 初期處理劑는 이양후 5일에 300평당 5kg씩 처리하였고 中期處理劑는 이양후 10일에 처리하여 이양후 45일에 草種別본수 및 乾物中에 의한 防除效果를 조사하였고, 비효를 조사하기 위하여 이양후 35일과 수확기에 生育調査를 하였으며 收量을 조사하였다.

Table 3. GLC and LC conditions for analysis of active ingredients in mixtures.

Active ingredient	Instrument	Analytical condition
Thiobencarb	GLC-FID (Hitachi-263-70)	Column : 3% SE-30 on chromosorb(80/100mesh) Temp. : detector 250°C oven 190°C inject. 220°C
Pretilachlor	GLC-FID (Hitachi-263-70)	Column : 3% SE-30 on chromosorb(80/100mesh) Temp. : detector 250°C oven 230°C inject. 240°C
Mefenacet	GLC-FID (Hitachi-263-70)	Column : 3% SE-30 on chromosorb(80/100mesh) Temp. : detector 250°C oven 240°C inject. 245°C
Bensulfuron-methyl	LC (Perkin Elmer LC-15B UV-Detector)	Column : Lichrosorb RP-18 Elution solvent : CH ₃ OH/H ₂ O(60/40, V/V)
Dymron	LC (Perkin Elmer LC-15B UV-Detector)	Column : Lichrosorb RP-18 Elution solvent : CH ₃ OH/H ₂ O(50/50, V/V)

Table 4. Recipes of the mixture formulation of herbicide and fertilizer.

Material	Percentage of weight (%)			
	ACRI-M9208GR	ACRI-M9211GR	ACRI-M9213GR	ACRI-M9216GR
Technical				
Thiobencarb	4.2	—	—	—
Pretilachlor	—	1.2	—	—
Mefenacet	—	—	2.1	2.1
Bensulfuron-M	—	—	0.078	0.078
Dymron	—	—	—	0.9
Surfactant	0.2	0.2	3.5	2.0
White carbon	2.0	1.5	3.0	1.5
Coating material	5.1	5.3	3.7	3.7
Urea	rest	rest	rest	rest

또 藥害를 조사하기 위하여 시제품을 基準量과 倍量을 살포하고 藥害發生 程度를 이양후 10일과

20일후에 조사하였으며 약해발생 정도는 0~9 등급으로 구분하여 達觀 調査하였다.

結果 및 考察

試製品 製造는 요소비료에 제초제를 피복한 혼합 粒劑로 製造하였으며 初期處理劑 thiobencarb+요소, pretilachlor+요소 조합과 中期處理劑 mefenacet+bensulfuron-methyl+요소 및 mefenacet+bensulfuron-methyl+dymron+요소 등 4조합을 선정 하여, 이들 조합중 요소를 각각 3수준씩 피복하여 모두 12種類의 시제품을 제조하였다. 이들에 대한 製造處方은 표 4에서와 같다.

시제품의 農藥成分 水中溶出量을 조사한 결과는 표 5와 같으며 農藥成分의 水中溶出量은 既存製品과 차이없이 처리후 24시간에 90% 이상이 溶出되었고 48시간 후에는 97% 이상이 용출되어 약효의 발현에는 문제가 없는 것으로 판단되었다. 또한 시제품의 水中窒素溶出量을 經時的으로 10일까지 조사한 결과는 표 6과 같으며 약제에 따라서는 다소의 放出量에 차이를 보이나 요소비료의 被覆水準에 따라 피복수준이 높을수록 방출량이 늦어지는 차이를

보였다. 즉 초기처리제인 thiobencarb+요소와 pretilachlor+요소 조합은 4.5% 피복시 10일후에 92~93%가 방출되었고, 5.5% 피복시는 25~32%의 방출율을 보였으며, 중기처리제인 mefenacet+bensulfuron-methyl+요소와 mefenacet+bensulfuron-methyl+dymron+요소 조합의 3.0% 피복시 82~87%의 질소 방출량과 5.0% 피복시 24~47%의 질소 방출량을 보여 요소비료의 피복에 의해 질소 放出量을 調節하는 것이 가능하였다.

따라서 이들 제품을 토양에 처리할때 土壤中 窒素含量의 變化를 파악하기 위해서 pot 시험을 수행한 결과는 표 7과 같다. 이 표에서의 암모니아태 질소함량은 처리후 經時的으로 調査한 成績을 이양후 試製品 處理時期別로 맞추어 나열한 성적이다. 이양후 5일에 사용하는 초기처리제 ACRI-M9206~11까지의 6조합 시제품은 요소를 4.5%로 피복할때 16일차에 암모니아태 질소함량이 213 및 228ppm으로 가장 높았고 요소를 5.0%로 피복할 때는 처리후 21일차에 그리고 5.5%로 피복할 경우에는 26일차에

Table 5. Release rate of herbicide active ingredient in distilled water from the mixtures(unit : %)

Active ingredient	Tested mixtures	Urea coating rate(%)	hours		
			12	24	48
Thiobencarb + Urea	ACRI-M9206 GR	4.5	78.2	93.6	98.8
	ACRI-M9207 GR	5.0	77.1	94.5	99.1
	ACRI-M9208 GR	5.5	77.6	95.8	99.4
Thiobencarb GR	—	—	78.5	94.7	98.7
Pretilachlor + Urea	ACRI-M9209 GR	4.5	77.6	95.9	97.3
	ACRI-M9210 GR	5.0	78.4	97.2	99.2
	ACRI-M9211 GR	5.5	76.8	98.1	100
Pretilachlor GR	—	—	78.1	97.4	99.6
Mefenacet + Bensulfuron-M + Urea	ACRI-M9212 GR	3.0	71.4	95.2	99.2
	ACRI-M9213 GR	4.0	73.2	96.4	98.9
	ACRI-M9214 GR	5.0	70.9	93.7	97.7
Mansukgun GR	—	—	70.7	95.6	98.4
Mefenacet + Bensulfuron-M + Dymron + Urea	ACRI-M9215 GR	3.0	70.8	94.1	97.9
	ACRI-M9216 GR	4.0	73.6	95.4	99.4
	ACRI-M9217 GR	5.0	73.2	92.2	98.1
Mamuri GR	—	—	69.4	94.9	98.6

Table 6. Release rate of total nitrogen in distilled water from the mixtures. (unit : %)

Tested mixtures	Urea coating rate(%)	Days after treatment				
		1	3	5	7	10 day
ACRI-M9206 GR	4.5	39.0	50.0	53.6	74.8	92.9
ACRI-M9207 GR	5.0	24.4	28.3	55.1	66.8	79.8
ACRI-M9208 GR	5.5	4.2	4.9	24.2	25.6	32.1
ACRI-M9209 GR	4.5	48.8	63.1	66.2	78.0	92.0
ACRI-M9210 GR	5.0	14.7	57.7	64.3	71.7	75.4
ACRI-M9211 GR	5.5	2.8	3.0	8.8	10.2	25.2
ACRI-M9212 GR	3.0	50.2	52.4	52.5	77.0	81.6
ACRI-M9213 GR	4.0	7.9	16.0	46.0	49.8	63.5
ACRI-M9214 GR	5.0	2.2	3.9	14.8	23.1	23.8
ACRI-M9215 GR	3.0	41.9	60.2	69.5	82.7	87.2
ACRI-M9216 GR	4.0	17.6	52.9	52.9	61.1	75.0
ACRI-M9217 GR	5.0	4.4	28.9	28.9	34.7	47.0

Table 7. Changes of NH₄⁺-N content in the soil treated with the mixtures.

Mixtures	Urea coating rate(%)	Treated date (DAT)*	Nitrogen content in soil(ppm)						
			6	11	16	21	26	31	36days
Urea	-	15	-	-	33	162	218	197	169
ACRI-M9206 GR	4.5	5	34	181	213	198	175	138	-
M9207 GR	5.0	5	31	172	192	218	166	131	-
M9208 GR	5.5	5	11	97	196	208	220	138	-
ACRI-M9209 GR	4.5	5	33	168	228	180	165	141	-
M9210 GR	5.0	5	32	143	191	209	156	121	-
M9211 GR	5.5	5	8	31	119	202	244	176	-
ACRI-M9212 GR	3.0	10	-	35	167	207	207	190	145
M9213 GR	4.0	10	-	19	162	199	225	188	126
M9214 GR	5.0	10	-	11	64	152	180	202	225
ACRI-M9215 GR	3.0	10	-	37	185	209	202	173	135
M9216 GR	4.0	10	-	18	148	205	225	188	116
M9217 GR	5.0	10	-	14	78	173	202	227	184

* DAT : days after transplanting

가장 높은 窒素放出量을 보였다. 이양후 10일에 사용하는 중기처리제인 ACRI-M9212~17의 6조합도 窒素溶出 傾向이 비슷하여 3.0% 피복시 처리후 21일차에, 4.0% 피복시는 26일차에 그리고 5.0% 피복

시는 31일차에 가장 높은 질소함량을 나타내었다. 따라서 이양후 15일경에 窒素追肥를 하는 既存의 追肥方法에 의한 토양중 질소함량은 26일차에 가장 높은 질소함량을 나타내었다. 따라서 이 시기와 일

Table 8. Degradation rates of pesticide active ingredients in the mixtures under 50°C storage condition.

Mixtures	Active ingredient	Content of a.i.(%)	Degradation rate (%)			
			15	30	60	90 days
ACRI-M9208 GR	Thiobencarb	4.2	0.35	0.88	2.37	3.68
M9211 GR	Pretilachlor	1.2	0.88	1.28	4.01	7.82
ACRI-M9213 GR	Mefenacet	2.1	0.59	1.32	2.73	4.03
	Bensulfuron-M	0.078	0.91	2.13	4.68	7.54
M9216 GR	Mefenacet	2.1	0.52	1.78	3.41	4.75
	Bensulfuron-M	0.078	0.74	1.73	4.89	7.96
	Dymron	0.9	0.54	0.97	2.24	3.87

Table 9. The weed control effect and the phytotoxicity of the mixtures.

Herbicides	Control effect (%)		Phytotoxicity	
	Annual	Perennial	Standard	Double
ACRI-M9208 GR	94.9	—	1	3
Thiobencarb GR	93.2	—	—	—
ACRI-M9211 GR	85.6	—	2	3
Pretilarchlor GR	93.5	—	—	—
ACRI-9213 GR	98.1	87.0	1	4
Mansukgun GR	97.8	85.3	—	—
ACRI-M9216 GR	98.0	86.1	1	3
Mamuri GR	93.9	85.9	—	—
Yunani GR	98.3	91.2	—	—

치하게 질소가 방출되는 시제품의 조합은 초기처리제의 경우 5.5%로 피복하는 것이 가장 알맞고 중기처리제는 4.0%로 피복하는 것이 既存施肥 方法과 가장 비슷한 窒素放出量을 나타내었다.

따라서 포장에서의 약효시험은 질소용출이 가장 알맞는 초기처리제 5.5% 피복한 2조합과 중기처리제 4.0% 피복한 2조합 ACRI-M9208, M9211, M9213 및 M9216 등 4개 조합을 선정하여 圃場에서의 藥效藥害 시험을 실시하였다.

시제품의 主成分 經時分解率은 표 8에서 보는 바와 같이 藥劑組合 및 有效成分 種類에 따라 다소

相異하였으나 50°C에서 90일간 보관후에 초기처리제의 겨우 3.7~7.8% 範圍이었고 중기처리제는 3.9~8.0%로 비교적 安定된 값을 나타내었다. 따라서 이들 조합은 2~3년 동안 保管한 후에도 주성분의 함량이 그렇게 분해되지 않을 것으로 판단되며 流通過程이나 保管中에 유효성분의 分解消失에 의한 藥效輕減의 우려는 없을 것으로 생각된다.

이러한 약제의 有效期間 設定에 대한 시험은 2년 이상 장기간에 걸쳐 시험하기는 사실상 곤란하므로 일반적으로 제품을 고온조건에 처리하여 단기간에 완료하게 되는데 50°C에서 1개월은 약제의 종류에

Table 10. The rice growth status and the yield in the treatment of the mixtures.

Mixtures	35 days			Harvest time		
	Plant height (cm)	Stem number (No)	Culm length (cm)	Ear length (cm)	Panicles /hill(No)	Yield (kg/10a)
ACRI-M9208 GR	42.2	19.8	79.1	18.4	14.4	411 A
Thiobencarb GR	42.2	22.6	79.6	18.1	14.7	415 A
ACRI-M9211 GR	38.6	20.2	80.4	19.0	15.4	422 A
Pretilarchlor GR	41.7	21.2	81.6	18.2	16.0	426 A
ACRI-M9213 GR	43.6	22.0	82.2	18.9	15.5	451 A
Mansukgun GR	42.4	21.7	83.3	18.9	15.1	427 A
ACRI-M9216 GR	41.3	24.7	78.6	18.2	16.8	421 A
Mamuri GR	41.1	22.7	78.9	18.2	16.4	422 A
Yunani GR	41.8	20.7	82.7	18.4	15.1	418 A

CV : 5.91%

따라서 相異하지만 통상 1~3년에 해당한다고 보고 하고 있다^{14,15,16}.

시제품의 藥效 및 藥害에 대한 圃場試驗을 실시한 결과는 표 9에서와 같으며 一年生 雜草의 경우 86~98% 범위로 ACRI-M9211 조합의 방제가가 낮은 경향이었고, 그외의 조합들은 방제가가 우수하였으며 多年生雜草의 경우는 86 및 87%로 두약제 모두 좋은 防除價를 보였다. 또한 약해의 發生程度를 조사하기 위하여 시제품을 基準量과 倍量을 施用하고 처리후 10일과 20일에 達觀調査한 결과 ACRI-M9213 조합에서 배량 사용시 4等級의 약해를 나타내었다.

除草·肥料 混合藥劑의 처리에 의한 벼의 생육을 이양후 35일과 收穫期에 조사한 결과는 표 10에서와 같다. 시제품의 종류에 따라 초기의 草長 및 莖數에서 약간씩의 상이한 생육을 나타내었으며 收穫期의 稈長이나 穗長 및 수수에서는 큰 差異를 보이지 않았다. 최종 產物인 收量에서도 약제 종류에 따라서 약간씩의 차이는 있으나 각각의 對照藥劑와 비교할때 큰 차이가 없었고 전체적인 收量面에서는 有意性 있는 차이는 보이지 않았다. 따라서 分藥肥를 除草劑와 결합시켜 施用하여도 약효나 벼의 생육

및 수량면에서 차이가 없는 것으로 판단되었으며 이러한 혼합제의 개발은 分藥肥를 별도 施用하지 않는 努力節減 省力型 混合劑로서 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

要 約

벼 本畚初期에 除草劑와 分藥肥를 同時에 施用할 수 있는 混合劑 農藥을 개발하기 위하여 初期處理劑(移秧後 5日經) 2종과 中期處理劑(移秧後 10日經) 2종을 要素비료와 혼합하여 12조합의 試製品을 製造하였고 藥效, 藥害 및 비효를 調査한 결과는 다음과 같다.

1. 試製品의 除草劑 主成分 水中溶出量은 24시간 이내에 90% 이상으로 기존제품과 차이가 없었고, 窒素의 溶出率은 要素비료의 被覆水準에 따라 차이가 있었다.
2. 窒素의 溶出速度를 調節하기 위하여 高分子 合成樹脂로 3水準씩 被覆하여 試驗한 結果 初期處理劑는 5.5%, 中期處理劑는 4.0% 被覆이 分藥肥 施用에 의한 窒素溶出量과 비슷한 傾向을 보였다.
3. 試製品中 除草劑 主成分의 經時分解率은 50°C

90일에 3.7~8.0% 範圍로 比較的 安定된 값을 보였다.

4. 試製品의 雜草防除 效果는 一年生 雜草의 경우 86~98% 範圍로 優秀하였고 多年生 雜草는 86~87%로 優秀한 傾向이었다.

5. 벼의 生育은 混合試製品 處理別 稈長, 穗長 및 수수에서 對照藥劑와 큰 差異가 없었으며 收量에서도 有意性 있는 差異를 보이지 않았다.

6. 試製品의 主成分 安全性 藥效, 藥害 및 窒素의 溶出速度 등을 고려할때 初期處理劑의 ACRI-M9208 組合과 中期處理劑의 ACRI-M9216 組合이 優秀 組合으로 判斷되었다.

參考文獻

1. 農藥使用 指針書. (1993). 農藥工業協會.
2. 鄭永浩, 姜昌植, 宋炳薰, 朴英善. (1987). 稻熱病, 紋故病 同時防除用 混合殺菌水和劑의 特性과 效果. 農試論文集(植環, 菌茸, 農加). **29**(1) : 242-247.
3. 宋炳薰, 鄭永浩, 洪茂基, 柳甲喜, 李炯來. (1987). 稻熱病, 벼멸구 同時防除를 爲한 新 混合乳劑의 開發研究. 農試論文集(植環, 菌茸, 農加). **27**(1) : 114-120.
4. 코브케미칼(株), 日本耕土産業(株), 住友化學工業(株). (1991). 水稻穗肥專用倒伏輕減劑 入り肥料. 技術資料.
5. 大内誠悟, 關本 均. (1992). 水稻倒伏輕減劑 入り肥料의 開發と利用法. 植調. **26**(4) : 165-172.
6. 關本 均, 大内誠悟, 馬原 章, 清水勝之助. (1993). 水稻倒伏輕減劑 入り肥料(SDF)의 效果と利用法. 農藥 および 園藝. **68**(3) : 389-396.
7. 日本植物防疫協會. 農藥要覽. (1980-1993)
8. 新登錄 生育調節劑 一覽. (1991). 植調. **25**(5) : 225-226.
9. 社團法人 日本植物防疫協會. 農藥 핸드북. (1992) : 106-108, 259-262, 440-441.
10. 大内誠悟, 關本 均. (1992). 水稻倒伏輕減劑 入り肥料의 開發と利用法, 植調. **26** : 165-172.
11. 關本 均, 大内誠悟, 馬原 章, 清水勝之助. (1991). 暖地 코시카리に 對する倒伏輕減劑 入り肥料의效果[1], 農藥 および 園藝. **66**(10) : 1163-1170.
12. 關本 均, 大内誠悟, 馬原 章, 清水勝之助. (1991). 暖地 코시카리に 對する倒伏輕減劑 入り肥料의效果[2], 農藥 および 園藝. **66**(11) : 1279-1284.
13. The UK pesticide Guide. (1991). C.A.B. international British Crop Protection Council.
14. Drewe, N. W. and Winchester, J. W. (1970). Practical problems in accelerated testing of pesticide formulation. Pesticide Sci. **1** : 279-286.
15. Groves, M. J. (1970). Accelerated stability testing of emulsions, Pesticide Sci. **1** : 274-278.
16. Rogere, A. R. (1970). A review of accelerate chemical tests. Pesticide Sci. **1** : 266-273.